

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 981 296**

51 Int. Cl.:

H01M 10/42 (2006.01)
H01M 10/44 (2006.01)
H01M 10/04 (2006.01)
H01M 10/052 (2010.01)
H01M 4/38 (2006.01)
H01M 4/485 (2010.01)
H01M 4/04 (2006.01)
H01M 10/0525 (2010.01)
H01M 10/615 (2014.01)
H01M 10/647 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.02.2019** **PCT/KR2019/001924**
87 Fecha y número de publicación internacional: **29.08.2019** **WO19164202**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.02.2019** **E 19757407 (2)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2024** **EP 3726638**

54 Título: **Método de recuperación de la capacidad de una batería secundaria y aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria**

30 Prioridad:

23.02.2018 KR 20180021893

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.10.2024

73 Titular/es:

LG ENERGY SOLUTION, LTD. (100.0%)
Tower 1, 108, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu
Seoul 07335, KR

72 Inventor/es:

SONG, JUN HYUK;
KIM, JE YOUNG;
LEE, JOO SUNG;
NOH, SUK IN y
LEE, HEE WON

74 Agente/Representante:

BERTRÁN VALLS, Silvia

ES 2 981 296 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método de recuperación de la capacidad de una batería secundaria y aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria

Campo técnico

Referencia cruzada a solicitud relacionada

Esta solicitud reivindica prioridad sobre y el beneficio de la solicitud de patente coreana n.º 10-2018-0021893, presentada el 23 de febrero de 2018.

Campo técnico

La presente invención se refiere a un método y a un aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria, y más particularmente, a un método de recuperación de la capacidad de una batería secundaria con características de vida útil deterioradas y a un aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria para recuperar la capacidad de una batería secundaria con características de vida útil deterioradas.

Antecedentes de la técnica

En línea con un aumento en el desarrollo tecnológico y la demanda de dispositivos móviles, la demanda de baterías secundarias como fuentes de energía está aumentando rápidamente. Entre estas baterías secundarias, las baterías secundarias de litio que tienen alta densidad de energía y tensión de funcionamiento, una duración de la vida útil por ciclo larga y una baja tasa de autodescarga están disponibles comercialmente y se usan ampliamente.

Una batería secundaria de litio puede perder funciones de la misma debido a un uso anómalo, tal como sobredescarga, sobrecarga, o similares, pero incluso cuando se usa normalmente, la capacidad de la batería secundaria de litio para almacenar energía eléctrica (a continuación en el presente documento denominada "capacidad") se reduce gradualmente según el número de ciclos de carga y descarga, dando como resultado características de vida útil deterioradas. Las baterías secundarias se usan hasta que pierden la función mínima, y las baterías secundarias degradadas que pierden la función mínima se sustituyen inevitablemente.

Sin embargo, las baterías secundarias desechadas se clasifican como residuos industriales y, por tanto, se incurren en costes de procesamiento considerables. En particular, cuando se requiere una sustitución frecuente, los costes de adquisición pueden ser una gran carga.

Por tanto, será muy significativamente útil desarrollar una tecnología capaz de recuperar la capacidad de una batería secundaria con características de vida útil deterioradas. El documento KR 2018 0000 605 A se refiere a un método de fabricación de una batería secundaria de litio.

Divulgación de la invención

Problema técnico

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método de recuperación de la capacidad de una batería secundaria con características de vida útil deterioradas.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria para recuperar la capacidad de una batería secundaria con características de vida útil deterioradas.

Solución técnica

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un método de recuperación de la capacidad de una batería secundaria tal como se define en la reivindicación 1.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria tal como se define en la reivindicación 7.

Efectos ventajosos

Un método y un aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria según la presente invención permiten que se realice la carga y descarga mientras se prensa y calienta una batería secundaria deteriorada, presentando de ese modo un efecto de recuperar la capacidad de la batería secundaria deteriorada.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista lateral de un aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria según una realización de la presente invención.

La figura 2 es una vista esquemática de un dispositivo de fijación incluido en un aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria según una realización de la presente invención.

La figura 3 es un gráfico que muestra los cambios en la capacidad según el número de ciclos de una batería secundaria según el ejemplo 1.

Modo de llevar a cabo la invención

A continuación en el presente documento, se describirá con más detalle la presente invención para ayudar a comprender la presente invención.

Los términos o las expresiones usados en la presente memoria descriptiva y las reivindicaciones no deben considerarse como limitados a los significados habituales o de diccionario y deben considerarse como significados y conceptos consecuentes con la presente invención basándose en el principio de que un inventor puede definir de manera apropiada conceptos de términos para explicar la invención del inventor de la mejor manera.

La presente invención proporciona un método de recuperación de la capacidad de una batería secundaria capaz de recuperar la capacidad de una batería secundaria con características de vida útil deterioradas.

El método de recuperación de la capacidad de una batería secundaria de la presente invención comprende: (1) fijar una batería secundaria con características de vida útil deterioradas a una unidad de fijación; (2) calentar la batería secundaria con características de vida útil deterioradas mientras se prensa la batería secundaria con características de vida útil deterioradas para comprimir un electrodo positivo, un electrodo negativo o un separador incluido en la batería secundaria; y (3) cargar/descargar la batería secundaria con características de vida útil deterioradas mientras se prensa y calienta la batería secundaria con características de vida útil deterioradas después de fijarse a la unidad de fijación.

En el procedimiento (1), se prepara una batería secundaria con capacidad reducida debido a características de vida útil deterioradas.

La batería secundaria con capacidad reducida debido a características de vida útil deterioradas se refiere a una batería secundaria con la aptitud de almacenar energía eléctrica, es decir, una capacidad que se reduce gradualmente según el número de ciclos de carga y descarga y, por ejemplo, se refiere a una batería secundaria con una capacidad del 90 % o menos, particularmente del 85 % o menos y más particularmente del 5 % al 80 %, con respecto a la capacidad inicial.

En el procedimiento (2), puede realizarse calentamiento mientras se prensa la batería secundaria con características de vida útil deterioradas para comprimir un electrodo positivo, un electrodo negativo o un separador incluido en la batería secundaria.

A través del procedimiento de prensado, puede comprimirse el electrodo positivo, el electrodo negativo o el separador incluido en la batería secundaria con características de vida útil deterioradas.

A medida que aumenta el número de ciclos de una batería secundaria, un material activo experimenta una expansión y contracción volumétrica repetida debido a la carga y descarga continua, provocando así una desconexión eléctrica entre los materiales activos o provocando una desconexión eléctrica debido a la destrucción de las propias partículas de material activo, dando como resultado una capacidad reducida y características de vida útil deterioradas. Además, se destruye una estructura de película sobre una superficie de un material activo de electrodo negativo, que se forma durante un procedimiento de activación inicial, y se desintegra una matriz de estructura de electrodo. Como tal, cuando se comprimen un electrodo positivo, un electrodo negativo y un separador que están incluidos en la batería secundaria con características de vida útil deterioradas prensando la batería secundaria con características de vida útil deterioradas, también se comprimen las capas de material activo incluidas en los electrodos positivo y negativo de la batería secundaria con características de vida útil deterioradas, y los componentes que constituyen las capas de material activo, por ejemplo, un material activo, un material conductor y un aglutinante, entran en contacto entre sí mediante compresión. Por tanto, puede recuperarse el contacto entre materiales activos desconectados o entre un material activo y un colector de corriente de electrodo positivo y/o un colector de corriente de electrodo negativo mientras aumenta el número de ciclos de la batería secundaria debido a ciclos repetidos.

Además, se aumenta la fluidez del aglutinante por el procedimiento de calentamiento y, por tanto, puede realizarse de manera más eficiente la compresión. Además, una parte de los componentes de película destruidos que

corresponde a un componente orgánico se disuelve de nuevo en una disolución de electrolito para provocar de ese modo la formación adicional de una película estable sobre una capa de material activo de electrodo negativo. Además, a través del procedimiento de calentamiento, puede conferirse fluidez a un gas capaz de estar presente entre el electrodo positivo y el separador y entre el electrodo negativo y el separador, es decir, un gas capaz de generarse y acumularse a medida que aumenta el número de ciclos de la batería secundaria. Cuando el gas tiene fluidez por el procedimiento de calentamiento, el gas puede liberarse fuera de un espacio entre el electrodo positivo y el separador y un espacio entre el electrodo negativo y el separador, mediante el prensado. El gas liberado mediante el prensado puede moverse a una porción exterior de un conjunto de electrodos incluido en la batería secundaria.

El prensado puede realizarse en una posición normal o a una presión estática, más preferiblemente a una presión estática. El prensado a una presión estática significa que se mide la presión en tiempo real según el hinchamiento de la batería y la presión se mantiene constante mientras se cambia la posición de un elemento de prensado.

La presión durante el prensado puede oscilar desde 100 g/cm² hasta 100 kg/cm², particularmente desde 500 g/cm² hasta 5 kg/cm² y más particularmente desde 1 kg/cm² hasta 3 kg/cm². Cuando el prensado se realiza en el intervalo de presión descrito anteriormente, puede comprimirse de manera eficaz un conjunto de electrodos incluido en la batería secundaria con características de vida útil deterioradas y, por tanto, se comprimen un electrodo positivo, un electrodo negativo y un separador y se comprimen las capas de material activo incluidas en los electrodos positivo y negativo y, por consiguiente, puede recuperarse de manera eficaz el contacto eléctrico entre un material activo, un material conductor y un aglutinante que constituyen las capas de material activo y pueden no deformarse el electrodo positivo, el electrodo negativo y el separador.

El procedimiento de calentamiento puede realizarse a una temperatura que oscila desde 25 °C hasta 80 °C, particularmente desde 30 °C hasta 70 °C y más particularmente desde 45 °C hasta 60 °C. Cuando el procedimiento de calentamiento se realiza dentro de los intervalos de temperatura anteriores, puede reducirse de manera apropiada una capa de recubrimiento orgánico separada de una capa de material activo con una disolución de electrolito, y puede conferirse una fluidez apropiada a un aglutinante incluido en una capa de material activo de electrodo negativo, permitiendo así que un material activo, un material conductor y un aglutinante que están incluidos en la capa de material activo se mueva de manera apropiada mediante el prensado y, por consiguiente, puede mejorarse el contacto entre materiales activos y/o el contacto entre un material activo y un colector de corriente.

En el procedimiento (3), la batería secundaria con características de vida útil deterioradas que se ha prensado y calentado puede cargarse/descargarse, y la tasa de carga/descarga puede ser de 0,5 C o menos, particularmente de 0,1 C a 0,5 C y más particularmente de 0,1 C a 0,2 C. Cuando la tasa de carga/descarga es de 0,5 C o menos, puede realizarse una carga y descarga uniforme en la dirección del grosor (la dirección del eje c) del electrodo negativo en condiciones de polarización minimizada y, por consiguiente, puede producirse una carga suficiente incluso en una porción de un material activo de electrodo negativo en el que se pierde de manera considerable la conexión entre partículas de modo que la porción vuelve a conectarse con una red conductora ambiental a través de la regeneración de película debido al prensado y la alta temperatura after después de la expansión.

La carga/descarga de la batería secundaria con características de vida útil deterioradas puede realizarse de una a diez veces, particularmente de cinco a ocho veces. Cuando la batería secundaria con características de vida útil deterioradas se carga/descarga dentro del intervalo anterior del número de ciclos mientras se prensa y calienta después de la fijación, puede recuperarse la conexión eléctrica de la batería secundaria con características de vida útil deterioradas.

La carga y descarga puede realizarse mediante una unidad de carga y descarga convencional usada para cargar y descargar la batería secundaria, y el método o tipo de carga no está limitado siempre que sea un método general de carga/descarga de una batería secundaria.

El método de recuperación de la capacidad de una batería secundaria según una realización de la presente invención puede realizarse usando un aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria para recuperar la capacidad de una batería secundaria con características de vida útil deterioradas.

Por tanto, la presente invención proporciona un aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria para recuperar la capacidad de una batería secundaria con características de vida útil deterioradas.

El aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria incluye una unidad de fijación configurada para fijar la batería secundaria con características de vida útil deterioradas y configurada para realizar el prensado y el calentamiento, y una unidad de carga/descarga configurada para cargar/descargar la batería secundaria con características de vida útil deterioradas, en el que la batería secundaria deteriorada se fija a la unidad de fijación, y luego mientras se prensa y calienta, la batería secundaria deteriorada se carga/descarga a través de la unidad de carga/descarga.

El procedimiento para recuperar la capacidad de la batería secundaria a través del aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria comprende fijar una batería secundaria con capacidad reducida debido a características de vida útil deterioradas para realizar el prensado y calentamiento y cargar/descargar la batería secundaria prensada y calentada.

El prensado y el calentamiento pueden realizarse usando la unidad de fijación, y la unidad de fijación puede comprender: un elemento de prensado configurado para comprimir una superficie exterior de la batería secundaria con características de vida útil deterioradas mediante prensado; y un elemento de calentamiento configurado para aplicar calor a la batería secundaria con características de vida útil deterioradas.

La batería secundaria con características de vida útil deterioradas comprende un conjunto de electrodos que comprende un electrodo positivo, un electrodo negativo y un separador dispuesto entre los mismos, y el elemento de prensado puede incluir un par o más de superficies de prensado que son paralelas al electrodo positivo, al electrodo negativo o al separador incluido en la batería secundaria con características de vida útil deterioradas y están orientadas unas hacia las otras con la batería secundaria presente entre las mismas. La expresión "superficies de prensado que son paralelas al electrodo positivo, al electrodo negativo o al separador incluido en la batería secundaria" significa que las superficies de prensado son paralelas a una superficie del electrodo positivo, el electrodo negativo o el separador. Por tanto, cuando se prensan las superficies exteriores de la batería secundaria por las superficies de prensado, pueden prensarse las superficies exteriores de la batería secundaria que son paralelas a la superficie del electrodo positivo, el electrodo negativo o el separador. Por ejemplo, cuando la batería secundaria comprende una carcasa rectangular o de tipo bolsa, pueden prensarse superficies amplias de la carcasa rectangular o de tipo bolsa.

Las superficies de prensado incluidas en el elemento de prensado pueden incluir una prensa superior y una prensa inferior que están orientadas una hacia la otra con la batería secundaria presente entre las mismas, y mientras que la prensa superior se mueve hacia abajo hacia la prensa inferior o las prensas superior e inferior se mueven una hacia la otra, las prensas superior e inferior pueden aplicar una presión a la batería secundaria mediante el prensado. Pueden incluirse un par o más de prensas superior e inferior.

La prensa superior, o la prensa superior y la prensa inferior, pueden estar conectadas a un cilindro configurado para mover la prensa superior, o la prensa superior y la prensa inferior, y la distancia de movimiento y/o la presión del cilindro puede ajustarse mediante una porción de ajuste de presión conectada al cilindro. Por ejemplo, la distancia de movimiento del cilindro puede ajustarse mediante la porción de ajuste de presión, y a través de este ajuste, puede ajustarse la distancia de movimiento de la prensa superior, o la prensa superior y la prensa inferior, y puede ajustarse la intensidad de la presión aplicada a la batería secundaria posicionada entre las mismas.

El elemento de calentamiento puede conectarse a la prensa superior, a la prensa inferior o a la prensa superior y la prensa inferior, y una unidad de calentamiento incluida en el elemento de calentamiento puede calentar una cualquiera o más de la prensa superior y la prensa inferior. Además, puede incluirse un sensor de temperatura en una porción de la batería secundaria que está en contacto con la prensa superior y la prensa inferior y, por tanto, la temperatura de calentamiento puede ajustarse de manera apropiada midiendo la temperatura de la batería secundaria.

La unidad de carga/descarga no está particularmente limitada siempre que sea una unidad de carga/descarga usada habitualmente en la carga/descarga de una batería secundaria, y el método o tipo de carga tampoco está limitado siempre que sea un método general de carga/descarga de una batería secundaria.

Cuando la batería secundaria con características de vida útil deterioradas se carga/descarga usando la unidad de carga/descarga mientras se prensa y calienta la batería secundaria con características de vida útil deterioradas después de fijarse mediante la unidad de fijación, puede recuperarse la conexión eléctrica de la batería secundaria con características de vida útil deterioradas.

A continuación en el presente documento, se describirá con detalle adicional un aparato para recuperar la capacidad de una batería secundaria de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos, pero los dibujos correspondientes se proporcionan con propósitos ilustrativos y no se pretende que limiten el alcance de la presente invención. En los dibujos de la presente invención, el tamaño de cada componente puede exagerarse con propósitos ilustrativos y puede diferir del tamaño realmente aplicado. Para explicar claramente la presente invención, se omiten partes no relacionadas con la descripción, y partes similares se indican mediante números de referencia similares en toda la memoria descriptiva.

La figura 1 es una vista lateral de un aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria según una realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la figura 1, el aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria según una realización de la presente invención comprende una unidad 100 de fijación configurada para fijar una batería 10 secundaria deteriorada para realizar el prensado y el calentamiento y una unidad 200 de carga/descarga configurada

para cargar/descargar la batería 10 secundaria deteriorada. La unidad 100 de fijación incluye un elemento de prensado que incluye prensas 110 superior y 120 inferior configuradas para prensar y comprimir una superficie circunferencial exterior de la batería 10 secundaria deteriorada. Un elemento de calentamiento (no mostrado) configurado para calentar las placas que constituyen la prensa 110 superior y la prensa 120 inferior puede conectarse a la prensa 110 superior y a la prensa 120 inferior y, por tanto, puede calentar las porciones de superficie de la batería 10 secundaria que están en contacto con la prensa 110 superior y la prensa 120 inferior a una temperatura de calentamiento apropiada. Además, puede posicionarse un sensor de temperatura (no mostrado) en superficies de la batería 10 secundaria que están en contacto con la prensa 110 superior y la prensa 120 inferior. En el elemento de prensado, la prensa 110 superior y la prensa 120 inferior están orientadas una hacia la otra con la batería 10 secundaria deteriorada presente entre las mismas, la prensa 110 superior está conectada a un cilindro 130 configurado para mover la prensa 110 superior o 120 inferior y la prensa 110 superior prensa la superficie circunferencial exterior de la batería 10 secundaria deteriorada mientras se mueve hacia abajo hacia la prensa 120 inferior. Aunque no se muestra, si es necesario, la prensa 120 inferior también puede estar configurada como la prensa 110 superior de modo que la prensa 120 inferior esté conectada a un cilindro independiente para prensar la superficie circunferencial exterior de la batería 10 secundaria deteriorada mientras se mueve hacia arriba hacia la prensa 110 superior. Además, la unidad 200 de carga/descarga incluye un terminal 210 positivo (+) y un terminal 220 negativo (-) que están conectados respectivamente a cables de electrodo (indicados por 11 y 12 en la figura 2) de la batería 10 secundaria deteriorada y realiza la carga y descarga.

La figura 2 es una vista esquemática de la unidad 100 de fijación incluida en el aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria según una realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la figura 2, la unidad 100 de fijación puede estar dotada, en una superficie superior de la misma, de una porción 140 de ajuste de presión configurada para ajustar la distancia de movimiento y/o la presión de un cilindro (130 en la figura 1) y conectada al cilindro.

Una batería secundaria deteriorada a la que son aplicables el método y el aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria según la presente invención no está particularmente limitada siempre que sea una batería secundaria recargable con capacidad reducida según un aumento en el número de ciclos. En particular, en el caso de una batería secundaria de litio que comprende un material activo de electrodo negativo a base de silicio como material activo de electrodo negativo, el contacto entre los materiales activos de electrodo negativo incluidos en una capa de material activo de electrodo negativo de un electrodo negativo y el contacto entre un material activo de electrodo negativo y un colector de corriente de electrodo negativo se dañan más significativamente debido a un gran cambio volumétrico del material activo de electrodo negativo a base de silicio durante la carga y descarga a medida que aumenta el número de ciclos de la batería secundaria y, por tanto, puede presentarse además de manera notable un efecto según el método de recuperación de la capacidad de una batería secundaria de la presente invención.

Por ejemplo, en una realización del aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria de la presente invención o un método de reutilización de una batería secundaria de la presente invención, la batería secundaria con características de vida útil deterioradas puede comprender un electrodo negativo que comprende un material activo de electrodo negativo a base de silicio. En procedimientos de carga/descarga de la batería secundaria deteriorada que ha experimentado prensado y calentamiento, puede recuperarse la conexión eléctrica entre los materiales activos de electrodo negativo a base de silicio de la batería secundaria deteriorada. La batería secundaria que comprende un electrodo negativo que comprende el material activo de electrodo negativo a base de silicio puede ser una batería secundaria de litio.

El material activo de electrodo negativo a base de silicio puede comprender uno o más seleccionados del grupo que consiste en Si, partículas de óxido de silicio (SiO_x , $0 < x \leq 2$), aleaciones de Si-metal y aleaciones de Si y partículas de óxido de silicio (SiO_x , $0 < x \leq 2$).

La forma exterior de la batería secundaria de litio no está particularmente limitada, pero puede ser una forma cilíndrica, una forma rectangular, una forma de bolsa, una forma de botón, o similares, que usa una lata, y particularmente puede ser una forma rectangular, una forma de bolsa o una forma de botón.

La batería secundaria de litio puede ser una celda de batería usada como fuente de alimentación de un dispositivo pequeño o una batería unitaria usada en un módulo de batería de tamaño mediano o grande que comprende una pluralidad de celdas de batería.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

Ejemplos

A continuación en el presente documento, se describirá con detalle la presente invención con referencia a los ejemplos y un ejemplo experimental, pero no se pretende que los ejemplos y el ejemplo experimental limiten la presente invención. Los ejemplos según la presente invención pueden modificarse de diversas otras formas, y el

alcance de la presente invención no debe considerarse como limitado a las realizaciones descritas a continuación. Los ejemplos de la presente invención se proporcionan para explicar más completamente la presente invención a los expertos habituales en la técnica.

5 Ejemplo de preparación

Se recubrió una lámina de cobre que tenía un grosor de 10 μm con una suspensión de electrodo negativo que consistía en el 70 % en peso de silicio, el 20 % en peso de un material conductor a base de grafito y el 10 % en peso de un aglutinante de poli(ácido acrílico) (PAA), y luego se secó a 60 °C, se prensó con rodillo a 1,5 g/cm³ y se secó a vacío a 130 °C, completando de ese modo la fabricación de un electrodo negativo. Por separado, se recubrió una lámina de aluminio que tenía un grosor de 15 μm con una suspensión de electrodo positivo que consistía en el 95 % en peso de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso (NCM622), el 2 % en peso de negro de carbono y el 3 % en peso de poli(fluoruro de vinilideno) (PVdF), y luego se secó a 60 °C, se prensó con rodillo a 3,5 g/cm³ y se secó a vacío a 130 °C, completando de ese modo la fabricación de un electrodo positivo. Se apilaron varias láminas de biceldas fabricadas laminando el electrodo positivo y el electrodo negativo fabricados junto con un separador que tenía un grosor de 12 μm para fabricar de ese modo baterías de tipo bolsa (A a J). Se inyectó una disolución de electrolito en cada una de las baterías de tipo bolsa A a J fabricadas, y luego se cargó y descargó cada batería en el intervalo de 4,2 V a 3,0 V a través de una operación de formación después de experimentar un tiempo de humectación, y luego se repitió un ciclo de 0,5 C/0,5 C hasta 80 ciclos.

20 Ejemplo 1

Se sujetó la batería de tipo bolsa A fabricada según el ejemplo de preparación con una unidad de fijación de un aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria tal como se ilustra en las figuras 1 y 2, y luego se estableció la presión a una presión estática de 1 kg/cm² y se estableció la temperatura de calentamiento a 60 °C, para prensar y calentar una superficie exterior de la batería de tipo bolsa. Se mantuvieron el prensado y el calentamiento durante aproximadamente 30 minutos para estabilizar la temperatura, y se realizó el ciclo de carga y descarga cinco veces a una tasa de 0,1 C de la capacidad nominal de la batería. Posteriormente, se desacopló la batería de tipo bolsa de la unidad de fijación y se continuó la evaluación de características de vida útil a temperatura ambiente.

Ejemplo 2

Se llevó a cabo una evaluación de características de vida útil de la misma manera que en el ejemplo 1, excepto porque se sujetó la batería de tipo bolsa B fabricada según el ejemplo de preparación con una unidad de fijación, y se estableció la presión a una presión estática de 3 kg/cm².

Ejemplo 3

Se llevó a cabo una evaluación de características de vida útil de la misma manera que en el ejemplo 1, excepto porque se sujetó la batería de tipo bolsa C fabricada según el ejemplo de preparación con una unidad de fijación, y se estableció la presión a una presión estática de 100 kg/cm².

Ejemplo 4

Se llevó a cabo una evaluación de características de vida útil de la misma manera que en el ejemplo 1, excepto porque se sujetó la batería de tipo bolsa D fabricada según el ejemplo de preparación con una unidad de fijación, y se estableció la presión a una presión estática de 30 kg/cm².

50 Ejemplo 5

Se llevó a cabo una evaluación de características de vida útil de la misma manera que en el ejemplo 1, excepto porque se sujetó la batería de tipo bolsa E fabricada según el ejemplo de preparación con una unidad de fijación, y se estableció la temperatura de calentamiento a 30 °C.

55 Ejemplo 6

Se llevó a cabo una evaluación de características de vida útil de la misma manera que en el ejemplo 1, excepto porque se sujetó la batería de tipo bolsa F fabricada según el ejemplo de preparación con una unidad de fijación, y se estableció la temperatura de calentamiento a 80 °C.

Ejemplo 7

Se llevó a cabo una evaluación de características de vida útil de la misma manera que en el ejemplo 1, excepto porque se sujetó la batería de tipo bolsa G fabricada según el ejemplo de preparación con una unidad de fijación, y se realizó el ciclo de carga y descarga cinco veces a 1,0 C.

Ejemplo comparativo 1

- 5 Se llevó a cabo una evaluación de características de vida útil de la misma manera que en el ejemplo 1, excepto porque se realizó el ciclo de carga y descarga cinco veces mientras que la batería de tipo bolsa H fabricada según el ejemplo de preparación se prensó sólo sin calentamiento.

Ejemplo comparativo 2

- 10 Se llevó a cabo una evaluación de características de vida útil de la misma manera que en el ejemplo 1, excepto porque se realizó el ciclo de carga y descarga cinco veces mientras que la batería de tipo bolsa I fabricada según el ejemplo de preparación se calentó sólo sin prensado.

Ejemplo comparativo 3

- 15 Se llevó a cabo una evaluación de vida útil usando la batería de tipo bolsa J fabricada según el ejemplo de preparación sin la ayuda de un aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria.

Ejemplo experimental

- 20 Los resultados de la evaluación de características de vida útil de las baterías de tipo bolsa de los ejemplos y los ejemplos comparativos se muestran en la tabla 1 a continuación, y la retención de capacidad según el número de ciclos de la batería del ejemplo 1 se ilustra en la figura 3.

- 25 [Tabla 1]

	Tipo de batería	1 ^{er} ciclo	80° ciclo	81° ciclo (primer ciclo después de sujetar con el aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria)	86° ciclo <82° ciclo en el gráfico> (primer ciclo después de desacoplarse del aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria)	200° ciclo
Ejemplo 1	A	3740 mAh	750 mAh	3710 mAh	3730 mAh	3685 mAh
Ejemplo 2	B	3745 mAh	730 mAh	3715 mAh	3735 mAh	3690 mAh
Ejemplo 3	C	3755 mAh	725 mAh	3145 mAh	2885 mAh	2730 mAh
Ejemplo 4	D	3750 mAh	720 mAh	3620 mAh	3580 mAh	3225 mAh
Ejemplo 5	E	3745 mAh	730 mAh	3705 mAh	3435 mAh	3185 mAh
Ejemplo 6	F	3755 mAh	745 mAh	3830 mAh	3420 mAh	3395 mAh
Ejemplo 7	G	3745 mAh	755 mAh	3550 mAh	3600 mAh	385 mAh
Ejemplo comparativo 1	H	3735 mAh	715 mAh	2875 mAh	2285 mAh	1535 mAh
Ejemplo comparativo 2	I	3745 mAh	735 mAh	455 mAh	435 mAh	315 mAh
Ejemplo comparativo 3	J	3760 mAh	720 mAh	380 mAh	350 mAh	150 mAh

- 30 Tal como puede observarse a partir de la tabla 1, cuando se realizaron el calentamiento y el prensado como en los ejemplos, se halló que se recuperó la capacidad inmediatamente después de sujetarse con la unidad de fijación del aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria, e incluso después de desacoplarse la batería del aparato después del 86° ciclo, se mantuvieron de manera estable las características de vida útil de la misma. En cambio, el caso del ejemplo comparativo 1 presentó un grado relativamente insuficiente de recuperación de capacidad debido al prensado sólo sin calentamiento, y el caso del ejemplo comparativo 2 presentó un grado insignificante de recuperación de capacidad debido al calentamiento sólo sin prensado. Mientras tanto, se confirmó
- 35 que el caso del ejemplo 7, en el que se aumentó la tasa de carga/descarga hasta 1,0 C, presentó una capacidad

5 inmediatamente recuperada después de sujetarse con una unidad de fijación de un aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria como en los ejemplos 1 a 6, y se mantuvieron de manera estable las características de vida útil incluso después de desacoplarse del aparato después del 86º ciclo. Sin embargo, se confirmó que, puesto que se redujo la capacidad después del 200º ciclo, la tasa de carga/descarga de la batería secundaria deteriorada debía estar dentro de un determinado valor para presentar un efecto más significativo.

Descripción de números de referencia

10: Batería secundaria	11, 12: Cables de electrodo
100: Unidad de fijación	110: Prensa superior
120: Prensa inferior	130: Cilindro
140: Porción de ajuste de presión	200: Unidad de carga/descarga
210: Terminal +	220: Terminal -

REIVINDICACIONES

1. Método de recuperación de la capacidad de una batería secundaria que comprende:
 - (1) fijar una batería secundaria con características de vida útil deterioradas a una unidad (100) de fijación;
 - (2) calentar la batería secundaria con características de vida útil deterioradas mientras se prensa la batería secundaria con características de vida útil deterioradas para comprimir un electrodo positivo, un electrodo negativo o un separador incluido en la batería secundaria; y
 - (3) cargar/descargar la batería secundaria con características de vida útil deterioradas mientras se prensa y calienta la batería secundaria con características de vida útil deterioradas después de fijarse a la unidad (100) de fijación.
2. Método de recuperación de la capacidad de una batería secundaria según la reivindicación 1, en el que el prensado se realiza a una presión de 100 g/cm² a 100 kg/cm².
3. Método de recuperación de la capacidad de una batería secundaria según la reivindicación 1, en el que el calentamiento se realiza a una temperatura que oscila desde 25 °C hasta 80 °C.
4. Método de recuperación de la capacidad de una batería secundaria según la reivindicación 1, en el que la carga/descarga de la batería secundaria con características de vida útil deterioradas se realiza a una tasa de carga/descarga de 0,5 C o menos.
5. Método de recuperación de la capacidad de una batería secundaria según la reivindicación 1, en el que la carga/descarga de la batería secundaria con características de vida útil deterioradas se realiza de una a diez veces.
6. Método de recuperación de la capacidad de una batería secundaria según la reivindicación 1, en el que la batería secundaria con características de vida útil deterioradas comprende un electrodo negativo que comprende un material activo de electrodo negativo a base de silicio, y en la carga/descarga de la batería secundaria con características de vida útil deterioradas que se ha prensado y calentado, se recupera la conexión eléctrica entre los materiales activos de electrodo negativo a base de silicio de la batería secundaria con características de vida útil deterioradas.
7. Aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria para recuperar la capacidad de una batería secundaria con características de vida útil deterioradas, comprendiendo el aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria:
 - una unidad (100) de fijación configurada para fijar la batería secundaria con características de vida útil deterioradas y configurada para realizar el prensado y el calentamiento; y
 - una unidad (200) de carga/descarga configurada para cargar/descargar dicha batería secundaria mientras se prensa y calienta dicha batería secundaria; y
 - después de fijarse a la unidad (100) de fijación
8. Aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria según la reivindicación 1, en el que la unidad (100) de fijación comprende: un elemento (110, 120) de prensado configurado para comprimir una superficie exterior de la batería secundaria con características de vida útil deterioradas mediante prensado; y un elemento de calentamiento configurado para aplicar calor a la batería secundaria con características de vida útil deterioradas.
9. Aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria según la reivindicación 8, en el que el elemento (110, 120) de prensado comprende un par o más de superficies de prensado, siendo las superficies de prensado paralelas a un electrodo positivo, un electrodo negativo y un separador incluidos en la batería secundaria con características de vida útil deterioradas y estando orientadas unas hacia las otras con la batería secundaria con características de vida útil deterioradas presente entre las mismas.
10. Aparato de recuperación de la capacidad de una batería secundaria según la reivindicación 7, en el que un electrodo positivo, un electrodo negativo o un separador incluido en la batería secundaria con características de vida útil deterioradas está dispuesto para comprimirse mediante el elemento (110, 120) de prensado.

FIG. 1

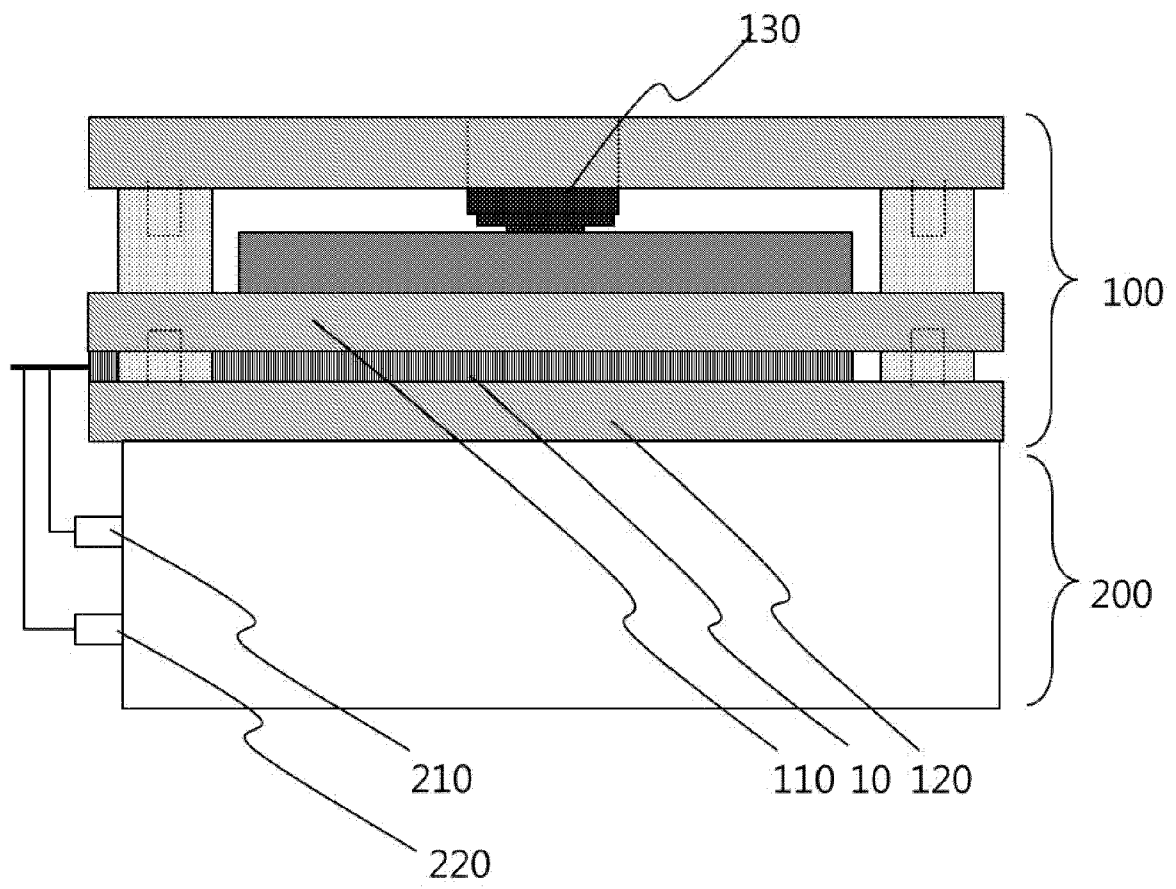


FIG. 2

100

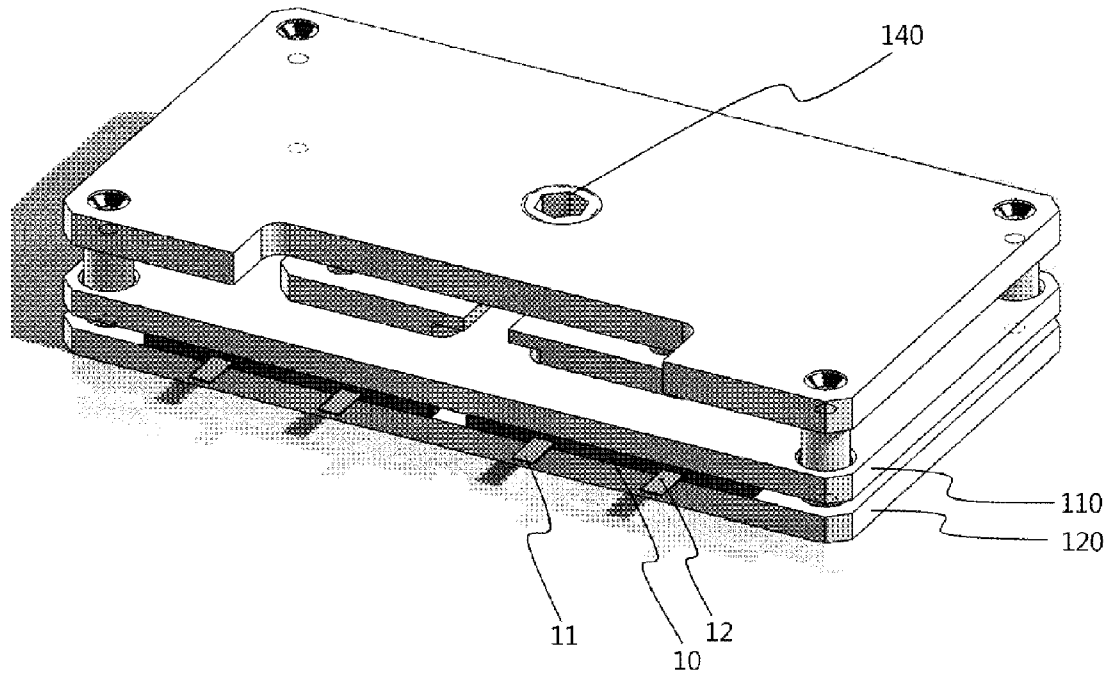


FIG. 3

